

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**EFEITO DO MANEJO DO SOLO E DO GESSO RESIDUAL
NA CULTURA DA SOJA E EM ATRIBUTOS FÍSICOS DE
UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO**

FÁBIO RÉGIS DE SOUZA

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2009**

**EFEITO DO MANEJO DO SOLO E DO GESSO RESIDUAL NA
CULTURA DA SOJA E EM ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM
LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO**

FÁBIO RÉGIS DE SOUZA
Engenheiro agrônomo

Orientador: PROF. DR. EDGARD JARDIM ROSA JUNIOR

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2009

**EFEITO DO MANEJO DO SOLO E DO GESSO RESIDUAL NA CULTURA DA
SOJA E EM ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO
DISTROFÉRICO**

por

Fábio Régis de Souza

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: 27/ 02 /2009

Prof. Dr. Edgard Jardim Rosa Junior
Orientador – UFGD/FCA

Prof. Dr. Carlos Ricardo Fietz
Co-Orientador – EMBRAPA/CPAO

Prof.Dra. Yara Brito Chaim Jardim Rosa
UFGD/FCA

Prof. Dr. Cassiano Cremon
UNEMAT

“Toda honra, toda glória, todo louvor, e se alguma virtude há seja dado ao Rei dos Reis, Jesus, meu Senhor e Salvador.”

DEDIDO.

Aos meus pais Pedro José de Souza e Vanda Ferreira de Souza, às minhas irmãs Kamille Karin de Souza e Keila Regeane de Souza a minha amada Queicianne Paniago Coleta, aos meus cunhados Braulino e Sadraque, e ao mais novo integrante da família meu sobrinho Nicolas de Souza Carlos que embora estejam distantes, não faltaram com carinho e incentivo na realização deste trabalho. Amo todos vocês!!!!!!

OFEREÇO.

Meu orientador Edgard Jardim Rosa Junior e meu co-orientador Carlos Ricardo Fietz.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Dr. Edgard Jardim Rosa Junior, pela sua orientação, presença, amizade e confiança.

Ao meu co-orientador Pesquisador Dr. Carlos Ricardo Fietz, pela amizade, fidelidade, companheirismo, sugestões e contribuições.

À coordenação do Programa de Pós-graduação em Agronomia pela oportunidade.

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela chance da realização do curso e condução do experimento.

À CAPES, pela bolsa concedida no segundo ano do mestrado.

À UNICAMP pela concessão de bolsa no primeiro ano de curso.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia da FCA/UFGD, pelos conhecimentos transmitidos a mim.

Aos meus novos amigos constituídos na Pós-graduação Anísio da Silva Nunes, Raquel Bonacina Vitorino, Rafael Bonifácio Sabino Doreto, Paulo César Cardoso, Marichel Canazza de Macedo, Leandro de Souza Carvalho, Jean Lima da Silva, Fábio Fernando Stefanello, Evandro Gelain, Elmo Pontes de Melo, Elissandra Pacito Torales, Danilo Gomes Fortes, Carmen Regina Pezarico, Camila Kissmann, André Luis Faleiros Lourenção, Adriana Viana Schwan Stoffel, Lenita Aparecida Conus.

Ao amigo Milson Evaldo Serafim e Jovair José Martins pelo incentivo.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Oeste, em nome do mestre Willian Marra, e aos funcionários do laboratório de química e física do solo Antonio Carlos (Toninho), Wilson (Sabonete), Mario (Kozima), Aroldo, pela dedicação e auxílio.

Ao aluno de graduação e amigo Cedrick Brito Chaim Jardim Rosa, pelo apoio incondicional.

Ao amigo e companheiro Walmes Zeviani, pelas sugestões.

À querida secretária do Programa de Pós-graduação em Agronomia Lucia e a Laboratorista Nilda pela ajuda.

Aos funcionários da FCA/UFGD seu Jesus, seu Milton, seu Moacir, e ao grande companheiro e amigo Nilton (Niltinho).

Membros da Igreja Presbiteriana Central de Dourados pessoas especiais que me acolheram e tornaram-se minha família em Dourados.

Por fim aos meninos de Rondônia como nos tornamos conhecidos, aos grandes amigos Anderson Cristian Bergamin e Luciano dos Reis Venturoso pelo apoio e alegria compartilhada.

EFEITO DO MANEJO DO SOLO E DO GESSO RESIDUAL NA CULTURA DA SOJA E EM ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO

RESUMO

Adoção de sistemas de manejo do solo com ou sem condicionadores podem promover ou reduzir sua qualidade física, alterando as resposta das culturas aos mesmos. Assim, este trabalho teve por objetivo avaliar as desempenho agrônômico da cultura da soja e os atributos físicos do solo. O trabalho foi conduzido em uma área cedida em regime de comodato à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada nas coordenadas 22° 12' 42,74" S e 54° 56' 17,26" W, com altitude de 452 metros. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. O solo do local do experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, originalmente sob vegetação de cerrado. Para os atributos físicos do solo o delineamento experimental foi em blocos casualizados com arranjo de parcelas subsubdivididas, onde os tratamentos foram dois sistemas manejo (plantio direto e convencional, nas parcelas) e doses de 0 e 2000kg ha⁻¹ de gesso (subparcelas) e cinco profundidades (0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15, 0,15-0,20 e 0,20-0,30 metros , sendo as subsubparcelas) com quatro repetições, optou-se por considerar as profundidades estudadas como subsubparcelas independente da casualização. Para as características agrônômicas o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições em esquema experimental de parcelas subdividida, sendo que as parcelas tiveram os sistemas de manejo e como subparcela à presença e ausência do efeito residual de gesso com quatro repetições. Os resultados obtidos demonstram que o plantio direto com efeito residual de gesso aumentou a altura final das plantas. Os resultados mostram que a densidade do solo foi maior no plantio direto e o efeito residual de gesso influenciou na densidade do solo na profundidade de 0,10-0,15 m. Os manejos e efeito residual de gesso promoveram maior porosidade na profundidade de 0-0,05 m. A macroporosidade foi maior na profundidade de 0-0,05 m no plantio convencional e a microporosidade aumentou com a profundidade nos sistemas de manejo. A resistência à penetração aumentou em maiores profundidades. O plantio direto com ou sem efeito residual de gesso proporcionou maiores diâmetros geométricos de agregados. As características morfológicas dos agregados variaram em profundidade, tanto em plantio direto, plantio convencional e na presença ou ausência de efeito residual de gesso.

Palavras-chave: Plantio direto e plantio convencional, física do solo, gessagem, *Glycine max* (L.) Merr, estrutura do solo.

SOIL MANURE AND RESIDUAL GYPSUM EFFECT ON THE SOYBEAN CROP AND IN PHYSICAL ATTRIBUTES OF DYSTROPHIC RED LATOSOIL

ABSTRACT

Adoption of soil manure systems with or without conditioners can improve or reduce its physical quality, changing the answers of crops to the same ones. Thus, this paper aimed to evaluate the agronomic performance of soybean crop and the soil physical attributes. The paper was conducted in an area granted under a lending to Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, located at coordinates 22° 12' 42,74'' S e 54° 56' 17,26'' W, and 452 m high. The climate is Cwa, according to Koppen's rating. The soil on the experiment place is classified as Dystrophic Red Latosol, originally under cerrado vegetation. For the soil physical attributes the experimental design was in randomized blocks with arrangement of subdivided plots, where the treatments were two manure systems (tillage system and conventional sowing, on the plots) and dosages of 0 and 2000 kg ha⁻¹ of gypsum (subplots) and five depths (0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15, 0,15-0,20 and 0,20-0,30 m, being the subplots with four replications, it was decided to consider the studied depths as subplots independent on the randomization. For the agronomic features, the used experimental design was of randomized blocks, with four replications in experimental design of subdivided plots, being that the plots had the manure systems and as subplot the presence and absence of the gypsum residual effect with four replications. The obtained results show that the tillage system with gypsum residual effect increased the plants' final height. The results show that the soil density was bigger under the tillage system and the gypsum residual effect influenced on the soil density at 0,10-0,15 m deep. The manures and gypsum residual effect made the porosity bigger at 0-0,05 m deep. The macroporosity was bigger at 0-0,05 m deep under conventional sowing and the microporosity was increased with the depth under the manure systems. The penetration resistance was increased in greater depths. The tillage system, with or without gypsum residual effect, provided the aggregates bigger geometric diameters. The aggregates morphological features varied in depth, both in tillage system and conventional sowing, and in presence or absence of gypsum residual effect.

KEY WORDS: Tillage system and conventional sowing, soil physics, gypsum, *Glycine max* (L.) Merr, soil structure.

SUMÁRIO

	PÁGINA
RESUMO GERAL.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
3 ARTIGO 1	4
ATRIBUTOS FÍSICOS E RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO CULTIVADO COM SOJA.....	4
3.1 Resumo.....	4
3.2 Abstract.....	5
3.3 Introdução.....	6
3.4 Material e métodos.....	8
3.5 Resultados e discussões.....	11
3.6 Conclusões.....	19
3.7 Referências bibliográficas.....	20
4 ARTIGO 2.....	24
MORFOLOGIA E ESTABILIDADE DE AGREGADOS SUBMETIDOS A SISTEMAS DE MANEJO E EFEITO RESIDUAL DE GESSO.....	24
4.1 Resumo.....	24
4.2 Abstract.....	25
4.3 Introdução.....	26
4.4 Material e métodos.....	29
4.5 Resultados e discussões.....	32
4.6 Conclusões.....	41
4.7 Referências bibliográficas.....	42
5 CONCLUSÕES GERAIS.....	46

INTRODUÇÃO GERAL

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) ocupa posição de destaque na agricultura brasileira, sendo uma das culturas com maior área cultivada, aproximadamente 21,233 milhões de hectares na safra 2008/2009, com produção de 59,85 milhões de toneladas de grãos de soja (CONAB, 2009). Em Mato Grosso do Sul, encontra-se diversos cultivos de grãos, onde em especial concentra-se a cultura da soja, que possui a maior área cultivada.

Nesta região os solos apresentam características de cerrado, que em condição natural de vegetação, são constituídos de boas características físicas do solo, como estrutura e densidade (LOPES, 1983). Porém, a mudança do ecossistema natural para agroecossistema, provocou alterações profundas nas propriedades químicas e físicas de solos (SÁ, 1993).

O revolvimento contínuo e intenso do solo pode resultar em diminuição de sua qualidade. Segundo Seguy et al. (1984) os principais efeitos são causados, potencialmente, pela pulverização do solo, que aumenta a exposição dos compostos orgânicos, e pelo favorecimento de condições para a formação de uma zona compactada abaixo da camada arada.

A cultura da soja foi uma das precursoras do uso de sistemas de preparo do solo. Entretanto a soja quando comparada às demais culturas brasileiras ao longo das últimas décadas, observou-se que não foi apenas a que mais cresceu em produção, mas também em área cultivada. Unido a este aumento de produção, vem se destacando o crescimento de áreas sob o sistema de plantio direto.

O sistema plantio direto proporciona economia ao sistema de produção de pelo menor número de operações com máquinas agrícolas, reduz a erosão do solo das lavouras, em relação ao preparo do solo convencional. Com a não-mobilização do solo, ocorre um aumento no teor de carbono orgânico total e uma melhoria do estado de agregação e de estabilidade dos agregados (Silva e Mielniczuk, 1997), condição essencial para garantir alta produtividade agrícola

Dentre os benefícios obtidos com a adoção do sistema de plantio direto tem-se o controle de erosão, conservação de umidade, aumento da matéria orgânica do solo, melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, redução populacional das plantas invasoras e ainda redução do custo de produção pela diminuição do uso de combustível.

O sistema de plantio direto promove também melhoria da qualidade estrutural do solo. Os agregados que compõem o sistema estrutural do solo, são definidos como uma união natural ou grupo de partículas, nas quais as forças que mantêm os colóides juntos são muito mais forte que entre agregados adjacentes (Martin et al., 1955) essa união pode ser por agentes cimentantes como matéria orgânica do solo, cálcio e alumínio.

O estado de agregação tem grande importância para as atividades agrícolas, pois que está relacionado com a aeração do solo, desenvolvimento radicular, suprimento de nutrientes, resistência mecânica do solo à penetração, retenção e armazenamento de água (KOHNE, 1968).

Solos de boa estabilidade estrutural estão menos sujeitos à compactação e à erosão. Assim, torna-se importante analisar a funcionalidade do sistema poroso considerando propriedades, tais como: quantidade, dimensão, morfologia, continuidade e orientação dos poros, fornecendo informações fundamentais sobre a dinâmica da água no sistema, em decorrência do manejo empregado (CREMON, 2004).

O gesso agrícola auxilia na melhoria da estrutura por fornecer cálcio, um cátion divalente que proporciona qualidade estrutural ao solo. O gesso agrícola, é um subproduto da indústria de ácido fosfórico que contém principalmente sulfato de cálcio e pequenas concentrações de fósforo e flúor, é largamente disponível em muitas partes do mundo. (VITTI et al., 2008).

Além do gesso favorecer a floculação de partículas, principalmente em solos sódicos, esse material exerce outras influências nas características físicas do solo, como quebra de encrostamento superficial, aliviando camadas adensadas e aumento da condutividade hidráulica (RAIJ, 2008). Atua também nas características químicas do solo como fornecimento de cálcio e enxofre, correção de solos sódicos, redução do pH, redução da acidez potencial e alumínio por complexação (CAIRES et al., 2003; VITTI et al., 2008; RAIJ, 2008).

Considerando os benefícios da adoção de sistemas de manejo interagindo com gesso agrícola promovendo sustentabilidade e viabilidade econômica, desenvolveu-se esta investigação com os objetivos de avaliar o desenvolvimento da cultura da soja, atributos físicos submetido a dois sistemas de manejo e sob efeito residual de gesso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAIRES, E.F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J. KUSMAN, M.T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 275-286, 2003.

CONAB. Companhia nacional de abastecimento. Brazilian Crop Assessment: grains: Third Estimate, December 2008/National Supply Company. - Brasília:Conab, 2008. www.conab.gov.br, acessado dia 15 de Janeiro de 2009.

CREMON, C. **Variação temporal dos atributos de um Latossolo vermelho, cultivado com leguminosas para adubação verde**. Viçosa: UFV, 2004, 79p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

KOHNKE, H. **Soil physics**. Tata: McGraw-Hill Publ. Co., 224 p. 1968.

LOPES, A.S. **Solos sob “Cerrado”, características, propriedades e manejo**. Piracicaba: Instituto internacional de Potassa, 162p. 1983.

MARTIN, J.P.; MARTIN, W.P.; PAGE, J.B.; RANEY, W.A.MENT, J.D. Soil aggregation. **Advanced Agronomy**. v.7, p.1-37, 1955.

RAIJ, B. V. **Gesso na agricultura**. Instituto Agrônomo de Campinas. 233p, 2008

SÁ, J. C. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Aldeia Norte Editora 1993. 96p.

SEGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA, J.G.; BLUMENSCHHEIN, F.N.; DALL’ACQUA, F.M. **Técnicas de preparo do solo: efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação de água**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 26p. 1984.

SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 313-319, 1997.

VITTI, C. G.; LUZ, P. H. C.; MALAVOLTA, E.; DIAS, A. S.; SERRANO, C. G. E. **Uso do gesso em sistemas de produção agrícola**. Piracicaba, SP. GAPE, p.104, 2008.

ARTIGO 1

ATRIBUTOS FÍSICOS E RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO DE UM LATOSSOLO SUBMETIDO A DOIS SISTEMAS DE MANEJO E AO EFEITO RESIDUAL DE GESSO CULTIVADO COM SOJA.

RESUMO

Os sistemas de manejo e corretivos aliados a condicionadores do solo podem afetar a qualidade física do solo e restringir a maximização produtiva das culturas. Neste estudo avaliou o efeito do sistema de plantio direto e preparo do solo convencional com ou sem efeito residual de gesso em diferentes profundidades num Latossolo Vermelho Distroférico em Dourados-MS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com arranjo em esquema de parcelas subdivididas, onde os tratamentos foram dois sistemas manejo do solo, nas (parcelas) e com 0 e 2000 kg ha⁻¹ de gesso (subparcelas) e cinco profundidades (0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15, 0,15-0,20 e 0,20-0,30 m, sendo as subsubparcelas) com quatro repetições. Para as características agronômicas o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições em esquema experimental de parcelas subdividida, sendo as parcelas os sistemas de manejo e como subparcela a presença e ausência do efeito residual de gesso com quatro repetições. Foram avaliados atributos físicos do solo e desempenho agronômico da cultura da soja. Os resultados mostram que a densidade do solo foi maior no plantio direto e o efeito residual de gesso influenciou na densidade do solo na profundidade de 0,10-0,15 m. Os manejos e efeito residual de gesso promoveram maior porosidade na profundidade de 0-0,05 m. A macroporosidade foi maior na profundidade de 0-0,05 m no plantio convencional e a microporosidade aumentou com a profundidade nos sistemas de manejo. A resistência à penetração aumentou em maiores profundidades. O plantio direto com efeito residual de gesso aumentou a altura final das plantas.

Palavra-chave: Física do solo, gessagem, *Glycine max* (L.) Merr

PHYSICAL ATTRIBUTES AND PENETRATION RESISTANCE OF A LATOSOIL
SUBMITTED TO TWO MANURE SYSTEMS AND TO THE GYPSUM RESIDUAL
EFFECT CULTIVATED WITH SOYBEAN

ABSTRACT

The manure and corrective systems combined with soil conditioners can affect the soil physical quality and restrain the maximizing crop production. In this study, it was assessed the effect of the tillage system with or without the gypsum residual effect in different depths on dystrophic red latosol in Dourados-MS. The experimental design was of randomized blocks with arrangements of subdivided plots, where the treatments were two soil manure systems, in plots and with 0 and 2000 kg ha⁻¹ of gypsum (subplots) and five depths (0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15, 0,15-0,20 and 0,20-0,30 m, being these the subplots) with four replications. For the agronomic features, the used experimental design was of randomized blocks, with four replications in experimental design of subdivided plots, being the plots the manure systems and as subplot the presence and absence of gypsum residual effect with four replications. They evaluated the soil physical attributes and agronomic performance of soybean crop. The results show that the soil density was bigger in tillage system and the gypsum residual effect influenced on the soil density at 0,10-0,15 m deep. The manures and the gypsum residual effect made the porosity bigger at 0-0,05 m deep. The macro porosity was bigger at 0-0,05 m deep in conventional sowing and the micro porosity increased with the depth in the manure systems. The penetration resistance increased in bigger depths. The tillage system with gypsum residual effect increased the plants height.

KEY WORDS: Soil physics, gypsum, *Glycine max* (L.) Merr

INTRODUÇÃO

A soja é cultivada em diversos locais de Mato Grosso do Sul. Em grande parte dessas regiões os solos apresentam características de cerrado, que em condições não antropizada possuem boas características físicas. Entretanto, a mudança do ecossistema natural para agroecossistema, provocou alterações profundas nas propriedades químicas e físicas destes solos (SÁ, 1993). Em razão da baixa fertilidade natural e da elevada acidez ao longo de todo o perfil, torna-se necessário que esses solos sejam manejados, corrigidos e adubados adequadamente (LOPES, 1984).

O uso do solo para produção agrícola no cerrado se intensificou segundo Costa et al.(2006), nos últimos 30 anos. Esse processo ocorreu com o emprego de sistemas de preparo intensivo do solo, devido à necessidade de incorporação de restos da vegetação nativa, corretivos e fertilizantes. Porém com a intensificação do preparo, os atributos físicos do solo são alterados conforme o manejo aplicado. Geralmente esse processo é agravado pelo constante uso de implementos e tráfego agrícola utilizados no preparo convencional (SPERA et al., 2004).

Adoções de tecnologias agrícolas que maximizem os recursos reduzam custos de produção, melhorem a produtividade, permitindo qualidade ambiental, tem-se tornado cada vez mais importante para o sistema produtivo (GUPTA et al., 2002; HOBBS e GUPTA, 2003).

O plantio direto assume essa prerrogativa, (Bayer et al. 2006) por fornecer um alto aporte de palha que resulta na melhoria da estabilidade de agregados, redução das temperaturas máximas, adequação do espaço poroso, aumentando a infiltração e retenção de água, difusão de oxigênio as raízes das culturas e maior resistência do solo à compactação.

A compactação do solo pode ser avaliada por meio de algumas variáveis físicas tais como; densidade, resistência à penetração de raízes (DE MARIA et al., 1999). A resistência à penetração tem sido usada por apresentar melhores correlações com o crescimento radicular (Taylor e Gardner, 1963) e por ser uma variável sensível ao manejo, além de ter relação direta com o crescimento radicular e a produtividade das plantas (BENGOUGH et al., 2001). A resistência à penetração, por sua vez, mantém relações intrínsecas com o conteúdo de água, densidade do solo e composição granulométrica (BEUTLER, et al., 2006)

Segundo Rosa Junior, (1984) a calagem excessiva pode contribuir para a compactação de solos do cerrado, agindo na dispersão das argilas, através da substituição no complexo de troca, do alumínio pelo cálcio e magnésio.

A aplicação de gesso, também conhecida como gessagem, possibilita o melhoramento do subsolo, podendo atuar de certa forma como descompactante do solo (Raij, 2008), ambiente que geralmente é pouco favorável às raízes. O gesso atuaria diminuindo a saturação por alumínio e aumentando os teores de cálcio e enxofre, o que juntamente com adubação equilibrada, constitui técnica fundamental para a grande maioria do solos brasileiros para fins agrícolas (VITTI, 2008).

O gesso tem efeitos favoráveis no solo, por quebrar encrostamento superficial, aliviar camadas adensadas e aumentar a condutividade hidráulica Silveira et al., (2008), tanto para solos ácidos como para solos sódicos (RAIJ, 2008)

A gessagem pode atuar como condicionador das estruturas do solo (Rosa Junior e Vitorino, 1994 e Rosa Junior et al. 2006), favorecendo a agregação, e conseqüente melhoria na estrutura do solo. O uso de gesso é mais eficaz na melhoria da estrutura do solo por formar ponte catiônica com argilas e carbono orgânico do solo (CHAN e HEENAN, 1999; ZHANG e NORTON, 2002). Há ainda outros atributos físicos como densidade do solo e porosidade que podem ser alterados pela combinação do sistema de manejo e a gessagem (COSTA et al., 2007).

Considerando a importância de se conhecer e entender a influência do manejo do solo combinado com gesso, realizou-se esse trabalho cujos objetivos foram avaliar a atributos físicos e resistência à penetração do solo, submetido a dois manejos do solo e efeito residual de gesso cultivado com soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma área cedida em regime de comodato à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada nas coordenadas 22° 12' 42,74" S e 54° 56' 17,26" W, com altitude de 452 metros. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. O solo do local do experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico, originalmente sob vegetação de cerrado. A área nunca havia sido cultivada anteriormente, cuja vegetação predominante era de gramíneas. A vegetação natural foi inicialmente incorporada ao solo com aração e grade pesada.

Os atributos químicos do solo observados no início da implantação dos sistemas de manejos na profundidade de 0-20 cm, apresentava a seguinte fertilidade: pH em CaCl_2 (4,2); Al (1,12 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); H + Al 10,5 ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); P (2,0 mg dm^{-3}); K (0,2 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); Ca (2,16 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); Mg (1,7 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$); S (5,5 mg dm^{-3}) pelo extrator Ca $(\text{H}_4\text{PO}_4)^2$ e saturação de bases (28%). Foram realizadas as correções da fertilidade necessárias antes de iniciar a semeadura das culturas, visto que após o estabelecimento do sistema plantio direto, as futuras correções seriam feitas na superfície do solo, sem incorporação.

A dose de calcário aplicada em toda a área experimental foi determinada a partir da incubação prévia do solo, para elevar o pH original do solo ao índice 6,0. O ajuste da curva de regressão indicou uma dose de 4,5 toneladas de calcário por hectare. Foi utilizado calcário dolomítico com 75% de PRNT, dividido em duas aplicações, sendo a metade da dose incorporada com arado e a outra metade com grade.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com arranjo de parcelas subdivididas, onde os tratamentos foram dois sistemas manejo (plantio direto e convencional, nas parcelas) e doses de 0 e 2000 kg ha^{-1} de gesso (subparcelas) e cinco profundidades (0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15, 0,15-0,20 e 0,20-0,30 metros , sendo as subsubparcelas) com quatro repetições, optou-se por considerar as profundidades estudadas como subsubparcelas independente da casualização. Para as características agrônômicas o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições em esquema experimental de parcelas subdividida, sendo que as parcelas tiveram os sistemas de manejo e como subparcela à presença e ausência do efeito residual de gesso com quatro repetições.

O gesso foi aplicado a lanço e incorporado ao solo com grade niveladora, na primeira quinzena de outubro de 2003. No sistema de manejo adotado com preparo do solo convencional as operações consistiam em uso de uma grade intermediária para o preparo primário e de uma grade niveladora, para o preparo secundário, isso ocorria sempre antes da semeadura da cultura. Para coleta das amostras de solo foram abertas trincheiras, com dimensões de 0,50 m de largura por 0,50 m de comprimento e com 0,40 m de profundidade.

No Quadro 1, são apresentados os valores médios de granulometria da área.

QUADRO 1. Valores de argila (arg), Silte (Sil), Areia (Are) de um Latossolo Vermelho Distroférico sob plantio direto e convencional, com e sem efeito residual de gesso.

Profundidade	PD			PDG			PC			PCG		
	Arg	Sil	Are	Arg	Sil	Are	Arg	Sil	Are	Arg	Sil	Are
	g kg ⁻¹											
0-0,05 m	656	184	160	690	167	143	732	161	107	740	160	100
0,05-0,10 m	656	184	160	740	150	110	749	160	91	756	160	84
0,10-0,15 m	673	201	126	756	151	93	766	143	91	756	160	84
0,15-0,20 m	756	134	110	773	150	77	782	144	74	806	127	67
0,20-0,30 m	773	134	93	790	133	77	799	127	74	806	127	67

PD= Plantio Direto; PDG= Plantio direto com efeito residual de gesso; PC= Plantio convencional; PCG= Plantio convencional com efeito residual de gesso.

A cultivar de soja usada foi a Coodetec 219 que possui como principais características: ciclo médio para Mato Grosso do Sul, hábito de crescimento determinado, altura de aproximadamente de 1,00 m, cor da flor branca, cor da pubescência cinza, foi semeada em 29/10/2007.

Para determinação dos atributos físicos do solo foram coletadas três amostras indeformadas de solo por profundidade com anéis de aço de volume 100 cm⁻³, totalizando 12 repetições por tratamento, em cada profundidade. As amostras de solo foram coletadas na segunda quinzena de março de 2008.

A densidade do solo foi determinada através do método do anel volumétrico, posteriormente, em laboratório, determinou-se a porosidade total (Pt), pela percentagem de saturação por água do solo, e a microporosidade (Mi) e macroporosidade do solo (Ma), determinadas pela mesa de tensão (EMBRAPA, 1997).

A avaliação da resistência à penetração a campo foi determinada usando o penetrógrafo SC-60 (soilcontrol), nas profundidades de 0-0,5, 0,05-0,10, 0,10-0,15, 0,15-0,20, 0,20-0,25, 0,25-0,30, 0,30-0,35, 0,35-0,40 e 0,40-0,45 m. A resistência à

penetração do solo foi fornecida por um gráfico com os valores de resistência em kPa posteriormente convertida a MPa e a respectiva profundidade do solo em metros. Foi mensurada a umidade do solo à base de massa, avaliando-se nas mesmas profundidades e no mesmo dia do teste de resistência à penetração.

Para determinação da umidade, pesou-se uma amostra de solo com estrutura deformada, posteriormente foi transferido para estufa a 105-110°C, na qual foi deixada nessa condição durante 24 horas, e após esse período foi pesada a amostra de solo e obtida a umidade à base de massa, dividindo a massa de água da amostra pelo peso da amostra de solo após a estufa (EMBRAPA, 1997). O número de amostragem seguiu o descrito e recomendado por (TAVARES FILHO e RIBON, 2008).

O desempenho agrônômico da cultura da soja foi avaliado pelas seguintes características:

A altura de plantas, por ocasião da maturação a campo, foi determinada às vésperas da colheita, medindo-se 30 plantas por parcela. Essa determinação foi realizada considerando-se como altura da planta, a distância entre a superfície do solo e extremidade apical da haste principal da planta.

A altura de inserção da primeira vagem, medida entre a superfície do solo e o ponto de inserção da primeira vagem da haste principal, mediu-se 30 plantas por parcela.

O número de vagens foi obtido pela contagem de vagens de 30 plantas por parcela.

O peso de 100 grãos foi determinado após a mensuração da produtividade, onde foram contados e pesados em balança de precisão.

Para a determinação da produtividade foram coletadas as vagens das plantas (individualmente), em uma área de 6 m² no centro da parcela as quais foram em seguida trilhadas. Os grãos trilhados foram limpos e a sua massa foi determinada, sendo os valores de massa de grãos obtidos em cada parcela foi transformado em kg ha⁻¹, corrigidos a 13% de umidade.

A análise estatística realizada sobre os sistemas de manejo, efeito residual de gesso, profundidade e na interação entre eles quando mostrou significância pelo teste F, foi realizada a comparação das médias feita pelo teste de Tukey a 5%, por meio do programa de estatística ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2006)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas de manejo e a aplicação de gesso proporcionaram efeito significativo em todos os atributos físicos do solo estudado. Não houve significância da interação tripla entre os tratamentos.

A densidade do solo no sistema de plantio direto foi significativamente superior ao plantio convencional, mesmo após 55 meses de introdução dos sistemas de manejo (Figura 1). Embora a densidade do solo tenha sido superior no plantio direto, esse fato provavelmente, não interferiu no crescimento radicular. Segundo Reichert et al. (2003), comentam que o valor restritivo de densidade para Latossolos com teores de argila maiores que 70%, é próximo de $1,40 \text{ kg dm}^{-3}$. Os valores de densidade do solo no sistema plantio direto também foram inferiores aos citados por Beutler et al., (2006), que verificaram o efeito negativo da compactação na produtividade da cultura da soja.

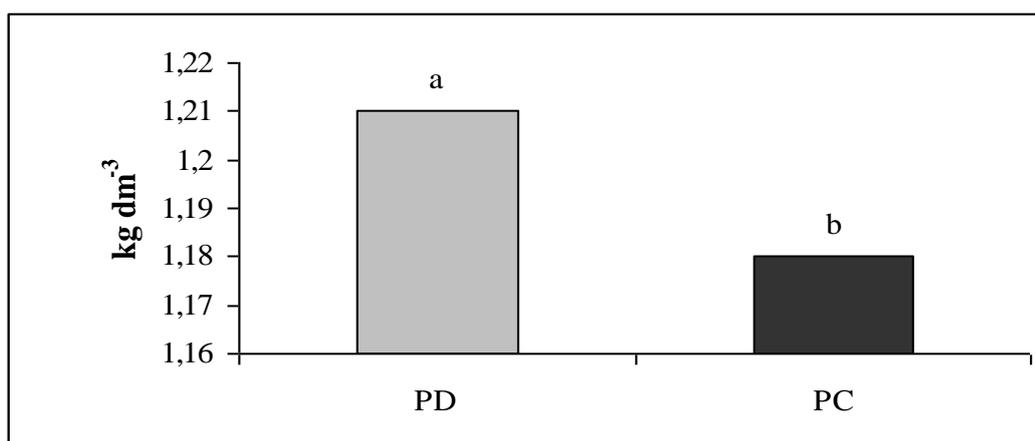


FIGURA 1. PD= Plantio Direto e PC= Plantio convencional. Valores médios de densidade de solo em função do manejo em Latossolo Vermelho Distroférico. Médias seguidas por letras diferentes, diferem entre si pelo teste (F 5 %).

O acréscimo da densidade do solo no plantio direto pode ser atribuído ao menor revolvimento do solo associado com o tráfego de máquinas implicando num maior ajuntamento e justaposição dos agregados que torna o solo mais denso.

O efeito residual de gesso não proporcionou diferença significativa entre os sistemas de manejo do solo (Quadro 2), variando apenas dentro dos sistemas em diferentes profundidades. As profundidades com maiores valores médios de densidade do solo sem gesso estavam entre 0,05 a 0,20 m e o menor valor na profundidade mais superficial de 0-0,05 m. O efeito residual de gesso promoveu maior adensamento 0,10-

0,15, 0,05-0,10, 0,15-0,20 m. O menor valor médio de densidade do solo foi observada na profundidade entre 0-0,05 m. Deve ressaltar que mesmo não apresentando diferença significativa entres os manejos, houve a disposição do efeito residual de gesso reduzir a densidade do solo. Rosa Junior et al., (1999/2001) salienta que a redução da densidade do solo pode ser atribuída ao gesso agir como agregante pelo fornecimento de cátions que provavelmente, neutralizariam parte das cargas negativas ocorrentes no meio e, portanto, proporcionariam condições de aproximação do ponto zero de carga.

QUADRO 2. Desdobramento da interação entre efeito residual de gesso e profundidade para densidade do solo em Latossolo Vermelho distroférico.

Profundidade (m)	Gesso 0 kg ha ⁻¹	Gesso 2000 kg ha ⁻¹
	kg dm ⁻³	
0-0,05	1,08 aC	1,06 aC
0,05-0,10	1,25 aA	1,23 aAB
0,10-0,15	1,28 aA	1,26 aA
0,15-0,20	1,24 aA	1,22 aAB
0,20-0,30	1,19 aB	1,18 aB
cv % b		5,79
cv % c		2,92

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Não houve efeito significativo entre o manejo do solo e efeito residual de gesso na porosidade total do solo (Figura 2). Entretanto, houve efeito entre profundidades. A porosidade total foi maior na camada de 0-0,05 m e menor na profundidade de 0,15-0,20 m. Thimóteo et al., (2001), avaliando dois sistemas de manejo do solo também constataram não haver efeito entre os manejos na porosidade total. No entanto Sousa Neto et al., (2008), observaram que na profundidade entre 0,15 a 0,22 m o plantio convencional diminuiu a porosidade do solo o que corrobora com este trabalho. Vale salientar que os valores de porosidade total obtidos foram superiores a 50% considerado por Lima et al., (2007) como ideal. Provavelmente esta tendência de redução da porosidade total do solo com a profundidade deve se ao acúmulo de pressões abaixo de 0,10 m, resultante do tráfego de máquinas agrícolas. Rosa Junior (1994), a eluviação de partículas de argila é um dos fatores que causam aumento da densidade do solo, especialmente na camada de 0,08-0,15 m de profundidade, para o caso de Latossolos argilosos.

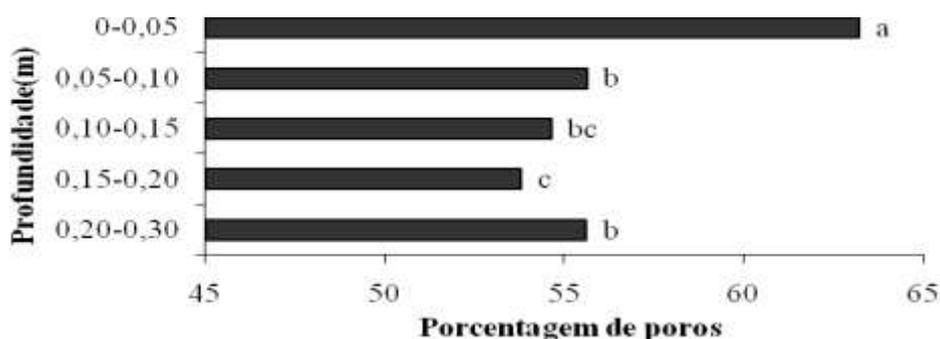


FIGURA 2. Valores percentuais de poros do solo indiferente do manejo e efeito residual de gesso em profundidades. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Houve efeito significativo na interação sistemas de manejo e profundidade na macroporosidade do solo (Quadro 3).

A macroporosidade do solo no plantio convencional (Quadro 3) foi significativamente maior do que no plantio direto na profundidade mais superficial. Entretanto, nas demais profundidades não houve diferenças entre os manejos. Mas com o aumento da profundidade a macroporosidade tendeu a diminuir, em ambos os sistemas. Nas profundidades abaixo de 0,10 m, a macroporosidade atingiu valores 10% considerados limitantes ao desenvolvimento das culturas conforme citam Vomocil e Flocker (1961); Grable e Siemer, (1968); Gupta e Allmaras, (1987); Engelaar e Yoneyama, (2000); Secco et al., (2004), determinando certo grau de compactação que causa menor difusão de oxigênio, além de influenciar no fluxo e retenção de calor, afetando, dessa forma, o crescimento radicular. Em alguns casos, tem sido observado que uma menor quantidade de espaço poroso no solo sob cultivo conservacionista, quando comparado ao cultivo convencional, tem ocasionando problemas em solos com má drenagem interna.

Houve alteração da microporosidade apenas nos sistemas de manejo (Quadro 3). Entretanto, a profundidade de 0-0,05 m apresentou menor valor de microporos tanto no plantio direto como no convencional. Os maiores valores de microporosidade foram observados na profundidade de 0,20-0,30 m, não diferindo, entretanto nas profundidades de 0,05-0,10, 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m. Souza et al. (2008), avaliando a microporosidade de um Latossolo na mesma região obteve resultados similares. A importância dos microporos na relação solo-água-plantas está no fato de

estes proporcionarem o armazenamento e retenção de água por adsorção no solo.

QUADRO 3. Desdobramento da interação entre sistemas de manejo e profundidade para macroporosidade e microporosidade em um Latossolo Vermelho distroférico.

Profundidade(m)	PD	PC	PD	PC
	Macroporosidade (%)		Microporosidade (%)	
0-0,05	23,25 bA	27,18 aA	38,82 aB	37,19 aC
0,05-0,10	12,06 aB	14,21 aB	43,12 aA	41,86 aB
0,10-0,15	10,93 aB	10,97 aC	43,72 aA	43,68 aA
0,15-0,20	10,53 aB	9,92 aC	43,27 aA	43,88 aA
0,20-0,30	11,17 aB	11,63 aBC	44,21 aA	44,22 aA
cv % a		19,26		7,10
cv % c		15,30		2,78

PD=Plantio direto e PC= Plantio Convencional. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

No Quadro 4 são apresentados os valores de umidade gravimétrica do solo no momento da avaliação da resistência a penetração. Vale ressaltar que a resistência à penetração é inversamente proporcional ao teor de umidade do solo, pois a água no solo atua também como lubrificante entre as partículas (LIPIEC, et al., 2002).

QUADRO 4. Umidade gravimétrica do solo em diferentes profundidades submetido ao manejo do solo e efeito residual de gesso, por ocasião da determinação da resistência do solo à penetração.

Tratamentos	Profundidade (m)			
	0-0,10	0,10-0,20	0,20-0,40	0,40-0,50
 %			
PD	26,03	27,99	28,24	29,55
PDG	28,10	29,01	30,27	30,74
PC	29,00	29,52	31,32	32,06
PCG	27,12	28,24	29,63	30,65

PD= Plantio Direto; PDG= Plantio direto com efeito residual de gesso; PC= Plantio convencional; PCG= Plantio convencional com efeito residual de gesso.

Houve efeito significativo da resistência a penetração entre os sistemas de manejo do solo e também nas profundidades (Figura 3). Os valores de resistência a penetração aumentaram com o aumento da profundidade.

Entretanto, não houve diferença significativa entre a ausência e a presença residual de gesso. E os resultados diferem dos obtidos por Radcliffe et al. (1986), os quais constataram menor compactação avaliada pela resistência a penetração.

Possivelmente tal fato ocorreu por não proporcionar o efeito do gesso no favorecimento ao crescimento radicular após longo período de ação.

Considerando que a resistência à penetração limitante ao crescimento radicular é de 2 MPa, citada por Taylor et al., (1966), Silva et al., (1994), Tormena, (1998), Silva et al., (2002) Beutler et al., (2006) observa-se (Figura 3), que a média dos valores em todas profundidades foram superiores a este valor, impondo certa restrição ao desenvolvimento da cultura.

O plantio convencional proporcionou menor compactação do solo somente na profundidade de 0-0,05 m (Figura 3).

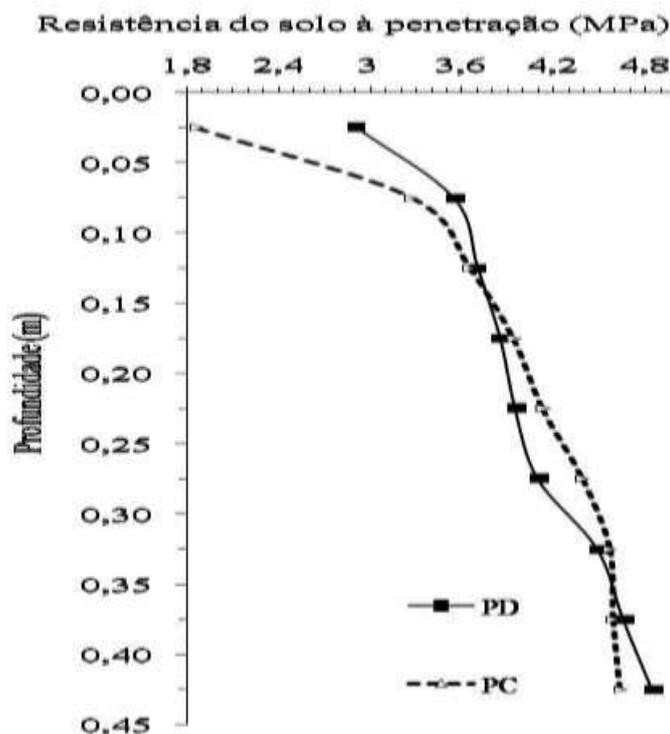


FIGURA 3. PD=Plantio Direto e PC= Plantio Convencional. Valores médios da resistência a penetração do solo nos sistemas de manejo em diferentes profundidades de um Latossolo Vermelho distroférrico.

Esta redução na profundidade mais superficial, provavelmente, ocorreu devido ao revolvimento do solo pela ação da grade niveladora.

Pode-se observar também tanto no plantio direto como no convencional houve tendência de aumento da compactação nas camadas mais profundas do solo.

Exceto a profundidade 0-0,05 m no plantio convencional, todas demais demonstraram estar acima do valor considerado limitante ao crescimento radicular, que é de (2 MPa). Entretanto não houve diferença significativa entre os manejos para as demais profundidades. Os maiores valores de resistência foram observados nas camadas

mais profundas do solo em ambos os sistemas. Deve-se ressaltar que a compactação do solo afeta o crescimento radicular tanto pelo aumento a resistência mecânica como pela diminuição da taxa de difusão de O_2 e CO_2 (HUANG et al., 2006).

Houve interação do manejo do solo e efeito residual de gesso no desempenho agrônômico da cultura da soja (Figura 4). O plantio convencional, na ausência do uso do gesso agrícola, proporcionou maior altura de plantas em relação ao plantio direto. Em contrapartida, houve efeito do sistema plantio direto na altura de planta com efeito residual de gesso em relação ao convencional.

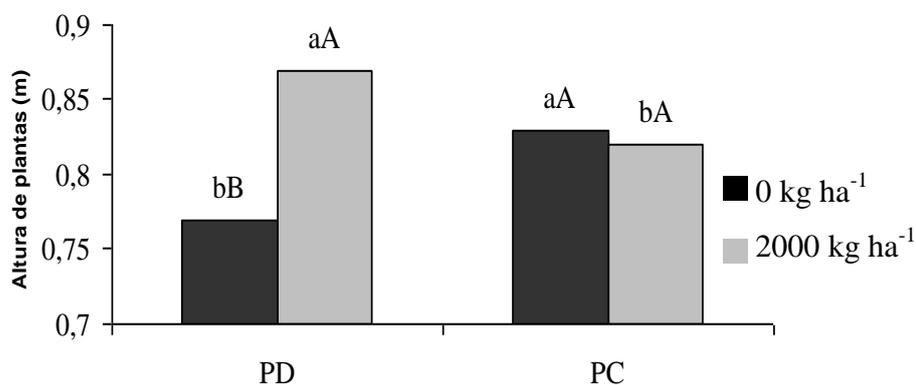


FIGURA 4. PD= Plantio Direto e PC= Plantio convencional Desdobramento da interação entre o manejo do solo e efeito residual de gesso para altura de plantas da cultivar de soja Coodetec 219. Médias com letras minúsculas comparam entre presença ou ausência de gesso e letras maiúsculas comparam os sistemas de manejo pelo teste de Tukey ($< 0,05$).

Vale ressaltar que a altura de plantas mais favorável à colheita é (de 0,60 a 0,90 m), percebe-se que todas as alturas de plantas observadas encontram-se na faixa apta à colheita mecanizada. Santos et al., (2006), também obtiveram resultados similares no sistema plantio direto, mas Soratto e Crusciol, (2008), após dois anos de implantação do experimento, não observaram efeito para variável altura de planta na cultura de aveia preta.

No Quadro 7 são apresentados os valores médios das características agrônômicas nos sistemas de manejo. Não houve influência dos manejos nas variáveis alturas de planta, inserção de vagens, peso de 100 grãos e produtividade de grãos.

Verificou-se efeito significativo para número de vagens (Quadro 7), onde se observa que o plantio convencional foi superior ao plantio direto, mas sem incremento na produtividade. A quantidade média de vagens por planta foi inferior ao obtido por

Lopes et al., (2007). A produtividade foi inferior à média da região. Esse resultado deve-se a variedade usada, que apresentou baixa produtividade.

QUADRO 7. Características agronômicas cultivar de soja Coodetec 219, em razão dos sistemas de manejo do solo em um Latossolo Vermelho Distroférico.

Sistema de Manejo	Altura de planta (m)	Inserção de vagens (m)	Numero de vagens	Peso de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos kg ha ⁻¹
PD	0,82 a	0,26 a	40,71 b	13,35 a	2309,43 a
PC	0,83 a	0,27 a	45,37 a	13,97 a	2414,28 a
cv % a			2,95		

PD=Plantio direto e PC= Plantio Convencional. Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (p< 0,05)

A não diferenciação significativa entre os sistemas de manejo comprova que o solo, mesmo apresentando altos níveis compactação, não interferiu na produtividade. Miranda et al. (2005) comparando o plantio direto e o convencional, também não observaram diferenças significativas entre os manejos do solo na produtividade.

O efeito residual de gesso não proporcionou diferença significativa nas variáveis inserção de vagens, número de vagens, peso de 100 grãos e produtividade, (Quadro 8).

QUADRO 8. Características agronômicas da cultivar de soja Coodetec 219, sob efeito residual de gesso em um Latossolo Vermelho Distroférico.

GESSO (kg ha ⁻¹)	Altura de planta(m)	Inserção de vagens(m)	Numero de vagens	Peso de 100 grãos(g)	Produtividade kg ha ⁻¹
0	0,80 b	0,25 a	42,82 a	13,82 a	2311,56 a
2000	0,85 a	0,28 a	43,26 a	13,50 a	2412,15 a
cv % b			9,40		

PD=Plantio direto e PC= Plantio Convencional .Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (p< 0,05).

Deve-se ressaltar que a altura de planta é um atributo é importante no desenvolvimento e crescimento das culturas, pois, plantas com porte muito alto podem acamar e plantas muito baixo limitam o desempenho das maquinas na colheita. A maior estatura na presença do efeito residual do gesso pode ter sido mais pronunciado devido ao menor grau de adensamento do solo na presença desse condicionador, devido a maior agregação do solo, conseqüentemente melhorando a estrutura ou ainda pelo favorecimento químico com a presença de cálcio melhorando as condições de distribuição do sistema radicular.

Cabe ressaltar que a produtividade mesmo não diferindo significativamente foi em média 100 kg ha^{-1} superior na presença do efeito residual de gesso, mantida esta tendência desde o início da implantação do sistemas, constatou-se que além favorecer o desenvolvimento de plantas, o efeito do gesso nas últimas quatro safras poderia acumular 400 kg ha^{-1} na produção.

CONCLUSÕES

1. A densidade do solo foi maior no plantio direto e com efeito residual ou não do gesso aplicado, a densidade do solo foi maior na profundidade de 0,10-0,15 m,
2. Os sistemas de manejo e efeito residual de gesso promoveram maior porosidade na profundidade de 0-0,05 m. A macroporosidade foi maior na profundidade de 0-0,05 m no plantio convencional e a microporosidade aumentou, com a profundidade nos dois sistemas de manejo.
3. A resistência à penetração aumentou em profundidade e foi menor na profundidade de 0-0,05 m no preparo convencional,
4. O sistema de plantio direto, quando se utilizou gesso agrícola, proporcionou maiores valores de altura final das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A.J. Crescimento de raízes de leguminosas em camadas de solo compactadas artificialmente. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v. 9, p. 319-326, 1996.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; SANTOS, S. R. **Física do solo, diagnóstico e manejo da compactação em plantio direto**. In: **Manejo e fertilidade de solos em plantio direto**. In: FONTOURA, S. M. V; BAYER, C. Guarapuava , PR: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária , 2006, 218p.

BENGOUGH, A.G.; CAMPBELL, D.J.; O’SULLIVAN, M.F. **Penetrometer techniques in relation to soil compaction and root growth**. In: SMITH, K.A. & MULLINS, C.E, eds. *Soil environmental analysis: physical methods*. 2.ed.Marcel Decher, p.377-403. 2001.

BEUTLER, A. N.; CENTURIUON, J. F.; CENTURION, M. A. P. C.; SILVA, A. P. Efeito da compactação na produtividade de cultivares de soja em Latossolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v. 30, p.787-794, 2006.

CHAN, K.Y., HEENAN, D.P. Lime-induced loss of soil organic carbon and effect on aggregate stability. **Soil Science Society of America Journal**, v.63, p. 1841– 1844. 1999.

COSTA, E. A.; GOEDERT, W.; SOUSA, D. M. G. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1185-1191, 2006.

COSTA, M. J.; ROSA JUNIOR, E. J.; ROSA, Y. B. C. J.; SOUZA, L. C. F.; ROSA, C. B. J. Atributos químicos e físicos de um Latossolo sendo influenciados pelo manejo do solo e efeito da gessagem. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá v. 29, p. 701-708, 2007.

DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M.; DIAS, H. S. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, v.23, p.703-709, 1999.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p.

ENGELAAR, W.M.H.G.; YONEYAMA, T. Combined effects of soil waterlogging and compaction on rice (*Oryza sativa* L.) growth, soil aeration, soil N transformations and N discrimination. **Biology and Fertility of Soils**, v.32, p.484-493, 2000.

GRABLE, A.R.;SIEMER, E.G. Effects of bulk density, aggregate size, and soil water suction on oxygen difusion, redox potentials, and elongation of corn roots. **Soil Science Society of America Journal**, v. 32, p. 180-186, 1968.

GUPTA, R.K., NARESH, R.K., HOBBS, P.R., LADHA, J.K. Adopting conservation agriculture in the rice–wheat system of the Indo-Gangetic Plains: new opportunities for saving water. In: Bouman, B.A.M., Hengsdijk, H., Hardy, B., Bindraban, P.S., Tuong, T.P., Ladha, J.K. (Eds.), **Water wise rice production. Proceedings of the international workshop on water wise rice production**. International Rice Research Institute, Los Banos (Philippines), p. 207–222. 2002

GUPTA, S. C.; ALLMARAS, R. R. Models to assess the susceptibility of soils to excessive compaction. **Advanced in Soil Science**, New York, v.6, n.1, p. 65-100, 1987.

HOBBS, P.R., GUPTA, R.K., Rice–wheat cropping systems in the Indo-Gangetic Plains: issues of water productivity in relation to new resource-conserving technologies. In: Kijne, J.W., Barker, R., Molden, D. (Eds.), **Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement**. **CABI Publication**, Wallingford, UK, pp. 239–253. 2003

HUANG, C.; OUYANG, Y.; ZHANG, J. Effects of a compact layer on soil O² diffusion. **Geoderma**. 135 p.224–232. 2006

KONDO, M.; DIAS JUNIOR, M. S. Compressibilidade de três Latossolos em função da umidade e do uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 211-218, 1999.

LIMA, C. G. R.; CARVALHO, N. P.; MELLO, L. M. N.; LIMA, R. C. Correlação linear espacial entre a produtividade de forragem, porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barretto(SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1233-1244, 2007.

LIPIEC, J.; FERRERO, A.; GIOVANETTI, V.; NOSALEWICS, A.; TURSKI, M., Response of structure to simulated trampling of woodland soil. **Advanced Geocology**. 35, 133–140. 2002.

LOPES, A.S. **Solos sob “Cerrado”, características, propriedades e manejo**. Piracicaba: Instituto internacional de Potassa, 1984.

LOPES, R. A. P.; PINHEIRO NETO, R.; BRACCINI, A. L; SOUZA, E, G. Efeito de diferentes coberturas vegetais e sistemas de preparo do solo na produção da cultura da soja. . **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 507-515, 2007.

MIRANDA, L. N.; MIRANDA, J. C. C. REIN, T. A.; GOMES, A. C. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agorpecuaria Brasileira**, Brasília, v.40, n.6, p.563-572, 2005

RADCLIFFE, D. E.; CLARK, R. F.; SUMMER, M. E. Effect of gypsum and deep rooting perennials on subsoil mechanical impedance. **Soil Science Society of America Journal**, v.50, p.1566-1570, 1986.

RAIJ, B. V. **Gesso na agricultura**. Instituto Agrônômico de Campinas. p. 233, 2008.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Ciência & Ambiente**, edição 27, p.29-48, 2003.

ROSA JUNIOR, E. J. **Efeito de sistemas de manejo e tempo de uso sobre características físicas e químicas de dois solos no Município de Ponta Porã - MS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 89p. 1984.

ROSA JÚNIOR, E. J.; MARTINS, R. M. G.; ROSA, Y. B. C. J.; CREMON, C. Calcário e gesso como condicionantes físico e químico de um solo de cerrado sob três sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, p. 37-44, 2006.

ROSA JUNIOR, E. J.; VITORINO, A. C. T.; VITORINO, P. F. P. Efeito da calagem, gessagem e adubação fosfatada sobre algumas características físicas de um Latossolo Roxo Distrófico de Dourados - MS. **Revista Científica**, Campo Grande, v.1 (1), p. 5-12. 1994.

ROSA JUNIOR, E.J.; CREMON, C.; MARTINS, R. M. G.; RODRIGUES, E. T. Gesso e calcário como condicionadores de atributos de um Latossolo sob cultivo de soja-milho. **Cerrados Revista de Ciências Agrárias**, Campo Grande, v. 2/4, n. 3/8, p. 45-50, 1999/2001.

SÁ, J. C. **Manejo da fertilidade do solo no plantio direto**. Castro: Aldeia Norte Editora 1993. 96p.

SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; SPERA, S. T. Rendimento de grãos de soja em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 21-29, 2006.

SECCO, D.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; DA ROS, C. O. Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 797-804, 2004.

SILVA, A. P.; TORMENA, C. A.; IMHOFF, S. Intervalo hídrico ótimo. In: MORAES, M. H.; MÜLLER, M. M. L.; FOLONI, J. S. S. Qualidade física do solo: métodos de estudo-sistemas de preparo e manejo do solo. Jaboticabal: Funep, p. 1-18, 2002.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural Engineers. p.393-396. 2006.

SILVEIRA, K. R.; RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B.; HECK, R. J.; SILVEIRA, R. R. Gypsum-saturated water to reclaim alluvial saline sodic and sodic soils. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v.65, n.1, p.69-76, 2008.

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Nutrição e produtividade de grãos da aveia-preta em função da aplicação de calcário e gesso em superfície na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, p. 715-725, 2008.

SOUSA NETO, E. L.; ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Atributos físicos do solo e produtividade de milho em resposta a culturas de pré-safra. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.2, p.255-260, 2008.

SOUZA, F. R.; BERGAMIN, A. C.; VENTUROSOS, L. R.; ROSA JUNIOR, E. J.; ROSA, C. J.; FIETZ, C. R. Porosidade do solo de uma topossequência sob pastagem e mata nativa. **XVII Reunião Brasileira de manejo e conservação do solo e água. Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**, Rio de Janeiro, CDROM, 2008.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos do solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 533-542, 2004.

TAVARES FILHO.; RIBON. A. A. Resistência do solo à penetração em resposta ao número de amostras e tipo de amostragem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 487-494, 2008.

TAYLOR, H.; GARDNER, H. Penetration of cotton seedling taproots as influenced by bulk density, moisture content, and strength. **Soil Science Society of America Journal** 963, p. 153-156, 1963.

THIMÓTEO, C. M. S.; BENINI, E. R. Y.; MURATA, I. M.; TAVARES FILHO, J. Alterações da porosidade e da densidade de um Latossolo Vermelho Distrófico em dois sistemas de manejo de solo **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1299-1303, 2001

TORMENA, C.A.; SILVA, A. P.; LIBARDI, P. L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um latossolo roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** Viçosa, v. 22, n. 4, p. 573-581, 1998

VALZANO, F. P.; GREENE, R. S. B.; MURPHY, B. W.; RENGASAMY, P.; JARWAL, S. D. Effects of gypsum and stubble retention on the chemical and physical properties of a sodic grey Vertisol in western Victoria. **Australian Journal of Soil Research**. v. 39, p. 1333–1347. 2001

VITTI, C. G.; LUZ, P. H. C.; MALAVOLTA, E.; DIAS, A. S.; SERRANO, C. G. E. **Uso do gesso em sistemas de produção agrícola**. Piracicaba, SP. GAPE, p.104, 2008.

VOMOCIL, J.A.; FLOCKER, W.J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil air and water. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.**, v. 4, p. 242-246, 1961.

ZHANG, X.C., NORTON, L.D. Effect of exchangeable Mg on saturated hydraulic conductivity, disaggregation and clay dispersion of disturbed soils. **Journal Hydrology**, 260, p. 194– 205. 2002.

ARTIGO 2

MORFOLOGIA E ESTABILIDADE DE AGREGADOS SUBMETIDOS A DOIS SISTEMAS DE MANEJO E AO EFEITO RESIDUAL DE GESSO.

RESUMO

A caracterização da forma dos agregados constitui um fator importante na relação solo-planta-atmosfera. Objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade e morfologia de agregados, submetido a dois manejos do solo e efeito residual de gesso. O delineamento experimental foi em blocos casualizados arranjado em esquema de parcelas subdivididas, onde os tratamentos foram dois sistemas manejo do solo(parcelas) e com 0 e 2000 kg ha⁻¹ de gesso (subparcelas) e cinco profundidades (0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15, 0,15-0,20 e 0,20-0,30 m, sendo as subsubparcelas) com quatro repetições. A morfologia dos agregados foi determinada por meio de imagens e posteriormente avaliada pelo software Quantpore. O plantio direto com ou sem efeito residual de gesso proporcionou maiores diâmetros geométricos de agregados. O efeito residual de gesso promoveu maior alongamento em agregados. O sistema de plantio direto favoreceu maior comprimento do maior eixo e alongamento para as profundidades 0-0,05 e 0,05-0,10 m para os agregados menores. A combinação entre plantio direto e efeito residual de gesso proporcionou agregados mais rugosos. O efeito residual de gesso causou redução na área de agregados e perímetro na profundidade de 0-0,05 m, para agregados menores. As características morfológicas dos agregados variaram em profundidade, tanto em plantio direto, plantio convencional e na presença ou ausência de efeito residual de gesso.

Palavra-chave: Preparo do solo, gessagem, estrutura do solo.

MORPHOLOGY AND AGGREGATES STABILITY SUBMITTED TO TWO MANURE SYSTEMS AND GYPSUM RESIDUAL EFFECT

ABSTRACT

The aggregates characterization constitutes an important factor in the soil-plant-atmosphere relation. The aim of this paper was to evaluate the stability and morphology of the aggregates, submitted to two soil manure systems and gypsum residual effect. The experimental design was of randomized blocks with arrangements of subdivided plots, where the treatments were two soil manure systems (plots) and with 0 and 2000 kg ha⁻¹ of gypsum (subplots) and five depths (0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15, 0,15-0,20 and 0,20-0,30 m, being these the subplots) with four replications. The aggregates morphology was determined through images and later evaluated by Quantpоро software. The tillage system, with or without gypsum residual effect, provided the aggregates bigger geometric diameter. The gypsum residual effect promoted greater lengthening in aggregates. The tillage system favored bigger length of the major axis and lengthening for the depths 0-0,05 and 0,05-0,10 m for the smaller aggregates. The combination between tillage system and gypsum residual effect provided rougher aggregates. The gypsum residual effect caused reduction in the aggregates area and perimeter at 0-0,05 m deep, for the smaller aggregates. The aggregates morphological features varied in depth, both in tillage system and in conventional sowing and in presence or absence of gypsum residual effect.

KEY WORDS: Tillage, gypsum, soil structure.

INTRODUÇÃO

A compreensão e a quantificação do impacto do uso e manejo na qualidade estrutural do solo são fundamentais no desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis.

A intervenção antrópica nos ecossistemas tem sido apresentada como fator principal da causa de degradação do solo, através de práticas que expõem o solo a uma rápida fragmentação por meio das chuvas e também por ação direta de máquinas agrícola, causando alterações na estrutura de macro e microagregados (GAJIC et al., 2006). Não se pode descartar ainda, de acordo Rosa Junior (1994) e Rosa Junior et al., (1994), a ação desagregante do calcário, notadamente em Latossolos. A destruição dos agregados do solo pode ser considerada como o início do processo erosivo e isso tem sido usado como índice de erodibilidade (CASTILHO et al., 2008).

Os agregados podem ocorrer em várias formas e tamanhos e são freqüentemente agrupados em macroagregados e microagregados (EDWARDS e BREMMER, 1967).

A dinâmica de agregação pode ser resultado da interação de vários fatores incluindo o ambiente, crescimento do sistema radicular, composição mineral, textura, concentração de carbono orgânico, processos pedogenéticos, fatores climáticos, atividade microbiana, reservas de nutrientes, variação da umidade do solo e lixiviação de íons (HORN e SMUCKER, 2005; PULLEMAN et al., 2005, BRONICK e LAL, 2005).

O manejo, o uso e o tempo de utilização promovem diversas mudanças nas propriedades do solo, como por exemplo, na estrutura, que está relacionada à agregação. As mudanças causadas na agregação, indiretamente, afetam as demais características físicas como densidade, porosidade, aeração, capacidade de retenção e infiltração de água (BAYER e MIELNICZUK, 1999). Agregados estáveis em água contribuem para melhoria da porosidade, e conseqüentemente, maior infiltração e resistência à erosão (MATOS et al., 2008). Os agregados não estáveis, quando na superfície, tendem a desaparecer e dispersar-se sob o impacto das gotas de chuva (ASSIS e BAHIA, 1998).

Os efeitos das alterações em atributos dos solos dependem ainda do tipo de solo a serem considerados, não se podendo generalizar que o mesmo nível de

intensidade de alteração ocorra ao mesmo tempo e com um mesmo uso em mais de um solo (ROSA JUNIOR, 1984).

Segundo Calonego e Rosolem (2008), a agregação do solo também pode ter seu efeito acelerado pela exploração radicular no perfil do solo que, no processo de crescimento promove a aproximação das partículas, à medida que as raízes exercem pressão sobre as partículas minerais no seu avanço pelo espaço poroso.

Além da agregação induzida pelas raízes a estabilidade de agregados é também determinada por agentes cimentantes, tais como a matéria orgânica e os óxidos de ferro (hematita e goethita) e alumínio (gibbsite). (SHAINBERG e LEVY, 1995; SILVA e KATO, 1997; ALBUQUERQUE et al., 2000).

Manejos de solo com características de aporte contínuo de resíduos vegetais e pouco revolvimento do solo, como o sistema plantio direto, favorecem a melhoria e a conservação dos agregados do solo, enquanto sistemas de preparo que pulverizam a camada superficial e favorecem a rápida decomposição dos resíduos vegetais aportados ao solo, como no sistema de preparo convencional com arações e gradagens, reduzem a estabilidade dos agregados e aumentam a taxa de oxidação da matéria orgânica (D'ANDREA et al., 2002).

O uso de imagens no meio científico tem crescido ao longo do tempo, possibilitado várias inferências. Jongerius et al., (1972) já usava imagens para compreender melhor a estrutura e a qualidade do solo. O recente avanço e desenvolvimento de câmeras digitais, periféricos, processamento computacional, memória física interna dos computadores e softwares, tornou-se possível acelerar o processo de obtenção de imagens para avaliação da estruturas do solo.

Segundo Cremon (2007), para mensuração da qualidade estrutural do solo o estudo de análises digitais possibilita caracterizar os agregados segundo suas formas geométricas, por meio de índices e medida, que compõem a micromorfometria. De acordo com Viana (2001), o uso de computadores, periféricos e software, permitem que as etapas lentas do processo de imagens, atualmente sejam efetuadas de forma rápida e automática. Olzeviski et al., (2004) e Cremon (2007) comentam que a estrutura do solo representa a própria constituição física deste, expressa pelo tamanho, forma e distribuição ou pelo arranjo dos espaços vazios e das partículas sólidas do solo, sejam elas primárias ou secundárias.

Melo et al., (2008), trabalhando em um Latossolo, também relataram que o uso de imagens contribuiu para avaliar as características de agregados, corroborando com (OLZEVISKI et al., 2004 e CREMON, 2007)

Considerando a importância de se conhecer a influência do manejo do solo combinado com gesso, realizou-se esse trabalho cujos objetivos foram avaliar a estabilidade e morfologia de agregados, submetido a dois manejos do solo e ao efeito residual de gesso.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma área cedida em regime de comodato à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada nas coordenadas 22° 12' 42,74" S e 54° 56' 17,26" W, com altitude de 452 metros. O clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen. O solo do local do experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, originalmente sob vegetação de cerrado. A área nunca havia sido cultivada anteriormente, cuja vegetação predominante é de gramíneas. A vegetação natural foi inicialmente incorporada ao solo com aração e grade pesada.

Foram realizadas as correções da fertilidade necessárias antes de iniciar a semeadura das culturas, visto que após o estabelecimento do sistema plantio direto, as futuras correções seriam feitas na superfície do solo, sem incorporação.

A dose de calcário aplicada em toda a área experimental foi determinada a partir da incubação prévia do solo, para elevar o pH original do solo ao índice 6,0. O ajuste da curva de regressão indicou uma dose de 4,5 toneladas de calcário por hectare. Foi utilizado calcário dolomítico com 75% de PRNT, dividido em duas aplicações, sendo a metade da dose incorporada com arado e a outra metade com grade.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com arranjo de parcelas subdivididas, onde os tratamentos foram dois sistemas manejo (plantio direto e preparo de solo, nas parcelas) e doses de 0 e 2000kg ha⁻¹ de gesso (subparcelas) e cinco profundidades (0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15, 0,15-0,20 e 0,20-0,30 metros, sendo as subsubparcelas) com quatro repetições. Optou-se por considerar as profundidades estudadas como subsubparcelas independente da casualização.

No tratamento com gesso, o mesmo foi aplicado a lanço e incorporado ao solo com grade niveladora, na primeira quinzena de outubro de 2003. Para coleta das amostras de solo foram abertas trincheiras, com dimensões de 0,50 m de largura por 0,50 m de comprimento e com 0,40 m de profundidade. No sistema de manejo adotado com sistema de preparo do solo as operações consistiam em uso de uma grade intermediária para o preparo primário e de uma grade niveladora, para o preparo secundário, isso ocorria sempre antes da semeadura da cultura. As amostras de solo foram coletadas nas entre linha da cultura da soja após a colheita.

Para a determinação da estabilidade de agregados coletaram-se amostras do solo nas trincheiras, com estrutura preservada, nas profundidades de estudo de cada

parcela, após serem secas ao ar e destorroadas manualmente, separou-se a fração que passou por uma peneira de 9,52 mm e foi retida na 4,76 mm.

A estabilidade de agregados foi obtida através de peneiramento em água, utilizando-se um oscilador vertical de amplitude de 0,08 m e frequência de 40 oscilações por minuto, baseando-se em Kemper e Chepil (1965), e nas adaptações propostas por (REICHERDT et al., 1993; EMBRAPA, 1997; CASTRO FILHO et al. 1998; PALMEIRA et al., 1999).

As frações separadas foram os agregados > 8,00 mm; 8,00-6,00 mm, 6,00-4,00 mm, 4,00 -2,00 mm; 2,00-1,00 mm; 1,00-0,50 mm; 0,50-0,25 mm; 0,25- 0,105 mm e < 0,105 mm. Com estes valores calculou-se o diâmetro médio ponderado (DMP) equação 1 e o diâmetro médio geométrico (DMG) equação 2.

$$DMP = \sum_{i=1}^n w_i \cdot x_i \quad (1)$$

$$DMG = 10 \sum_{i=1}^n w_i \log x_i \left[\sum_{i=1}^n w_i \right] \quad (2)$$

Em que em que: w_i é a proporção de agregados nas diferentes classes de peneiras, e x_i é o valor médio de cada classe (mm).

Na determinação das características morfológicas foram coletados agregados retidos no intervalo de 4,76 a 9,52 mm e 2,00 a 4,76 mm de diâmetro por meio de um jogo de peneiras padrão para as profundidade (0-0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,15, 0,15-0,20 e 0,20-0,30 metros). No momento da coleta das amostras os agregados foram separados mediante peneiramento com dez movimentos leves e constantes. Os agregados foram acondicionados em recipiente de plástico lisos e rígidos protegidos por duas camadas de espuma (superior e inferior), sendo transportados sem agitação que pudesse causar alteração na estrutura original. As amostras foram secas ao ar antes de serem submetidas às análises.

Respeitando-se a casualização os agregados foram distribuídos em numero de 60 por amostra, sobre um scanner (HP 6000C, com capacidade de resolução ótica de 1200 dpi), para obtenção de imagens. Posteriormente, foi realizado o processamento destas imagens pelo programa computacional QUANTPORO. A Resolução utilizada na aquisição das imagens foi de 300 dpi para as duas classes de agregados analisadas.

O programa computacional utilizado para mensuração morfológica foi o programa QUANTPORO, com capacidade para processar e analisar diferentes imagens e medir ou avaliar características morfológicas de objetos em geral. Utilizou-se do sistema de cores RGB na preparação das imagens para posterior análise, onde as cores

são formadas a partir da combinação dos comprimentos de onda vermelho verde e azul. Estas cores, segundo Viana (2001) são combinadas para produzir imagens coloridas, e a informação contida em cada pixel é composta pelos valores relativos destas.

Depois de obtida a imagem RGB, a mesma foi submetida a uma filtragem por meio do filtro de mediana que opera substituindo os valores de cada pixel pelo valor da mediana dos pixels da vizinhança. Seu efeito principal consiste na redução de pixels isolados, grande parte destes ruídos, que ocasionam distorções principalmente nas medidas de perímetro.

Todas as imagens foram convertidas em sua forma binária, ou seja, constituída apenas pelas cores pretas e brancas por meio do comando threshold do programa. A obtenção das imagens pode ser feita com o uso de qualquer programa de imagens e após o processamento pelo QUANTPORO, as medidas estão disponíveis em unidades do Sistema Internacional (CREMON, 2007).

As variáveis avaliadas nos agregados foram: Área (AR): corresponde ao número de pixels do polígono; Perímetro (PER): comprimento da projeção do limite exterior do agregado; Aspecto (ASP): fornece o resultado entre zero e um e, quanto maior o valor maior o grau de arredondamento; Alongamento (ALO): relação entre o comprimento do menor eixo e o comprimento do maior eixo; Comprimento do maior eixo (CME): comprimento de uma linha traçada longitudinalmente ao maior eixo do agregado.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5 %, por meio do programa de estatística ASSISTAT (SILVA e AZEVEDO, 2006)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 55 meses de implantação dos sistemas de manejo e aplicação de gesso observou-se efeito significativo em todos os atributos físicos do solo avaliados assim como para as características morfológicas.

Houve interação do manejo do solo com o efeito residual de gesso (Quadro 1). E influência apenas de manejo do solo para diâmetro médio geométrico (DMG), onde o manejo do solo que apresentou maiores valores de DMG foi o plantio direto tanto com e sem ação residual de gesso. Flores et al. (2008), analisando a recuperação estrutural do solo pelo sistema de plantio direto também constatou esse efeito decorrente do uso do plantio direto para variável DMG. Possivelmente, o decréscimo verificado no plantio convencional deve-se ao maior grau de mobilização do solo.

Segundo Wendling et al. (2005), avaliações usando como características o DMG e o DMP para analisar efeitos de sistemas de manejo, permitem maior sensibilidade ao avaliar a estrutura do solo.

QUADRO 1. Valores médios de diâmetro médio geométrico de um Latossolo Vermelho distroférico em razão do manejo do solo e do efeito residual de gesso.

GESSO (kg ha ⁻¹)	Plantio Direto	Plantio Convencional
	-----mm-----	
0	6,10 aA	5,04 bA
2000	5,92 aA	4,88 bA
cv % a	15,09	
cv % b	21,58	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P< 0,05).

Houve efeito da interação ao nível (P< 0,05) entre os manejos e a profundidade (Quadro 2), sendo que o plantio direto apresentou maiores valores de diâmetro médio geométrico nas profundidades de 0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,15 m e para diâmetro médio ponderado nas profundidades 0-0,05 e 0,05-0,10 m, quando comparado ao plantio convencional, estando de acordo com Calegari et al., (2006), que observaram a mesma tendência. No entanto dentro do próprio sistema de manejo nota-se que conforme aumenta a profundidade diminui o diâmetro dos agregados, o que corrobora com o trabalho de Sousa Neto et al., (2008) e Salton et al., (2008), este comportamento deve-se ao teor de matéria orgânica do solo, pois com o aumento da

profundidade ocorre um decréscimo na quantidade desse agente cimentante de agregados.

QUADRO 2. Valores médios do desdobramento da interação entre manejo do solo e profundidade para diâmetro médio geométrico e diâmetro médio ponderado em um Latossolo Vermelho distroférico.

Profundidade(m)	Plantio Direto	Plantio Convencional	Plantio Direto	Plantio Convencional
	DMG (mm)		DMP (mm)	
0-0,05	7,44 aA	5,06 bA	7,96 aA	6,56 bA
0,05-0,10	7,10 aAB	5,44 bA	7,79 aA	6,82 bA
0,10-0,15	6,45 aB	5,39 bA	7,36 aA	6,79 aA
0,15-0,20	5,12 aC	4,92 aA	6,33 aB	6,28 aA
0,20-0,30	3,94 aD	3,99 aB	5,45 aC	5,53 aB
cv % a	15,09		11,26	
cv % c	10,45		7,40	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F e Tukey ($p < 0,05$) respectivamente.

Ao analisar os atributos morfológicos, que são apresentados por classe de tamanho, para os agregados retidos na peneira de intervalo de 4,76 a 9,52 mm. O efeito residual de gesso promoveu diferença significativa apenas para a característica de alongamento, conforme pode ser observado no (Quadro 3), que expressa a relação entre o comprimento do menor eixo e o comprimento maior eixo, sendo que quanto maior seu valor, menor será a diferença entre os comprimentos dos eixos perpendiculares e menor o alongamento.

Como a atributo alongamento apresentou valores inferiores a 1,0, isso infere que os agregados possuem forma mais poliedral, confirmando o que foi citado por Melo et al., (2008), segundo esses autores o alongamento pode acontecer em função da composição mineralógica e química dos Latossolos. A forma ou as relações de comprimento dos eixos controla parcialmente o comportamento dos eixos durante o transporte e a deposição, enquanto o arredondamento, ou angularidade, reflete a distância e o rigor do transporte, desta forma agregados que possuem características de maior alongamento confere aos solos resistência maior ao transporte de partículas implicando em menor erosão por meio de deposição de partículas.

Para o atributo perímetro (Quadro 4), houve diferença significativa para a profundidade 0,05-0,10 m no intervalo de peneira de 9,52 a 4,76 mm, sendo que nesta profundidade o perímetro foi maior.

QUADRO 3. Valores médios do atributo morfológico alongamento para agregados retidos no intervalo de peneiras de 9,52 a 4,76 de um Latossolo Vermelho distroférico para efeito residual de gesso agrícola.

GESSO (kg ha ⁻¹)	Alongamento
0	0,6820 b
2000	0,6911 a
cv % b	2,08

Médias que apresentam letras diferentes diferiram significativamente pelo teste de Tukey ao nível de (p<0,05).

O perímetro expressa o comprimento da borda dos agregados (Quadro 4). Esse fator tem uma intrínseca relação com a área dos mesmos (CREMON, 2007). Provavelmente na profundidade de 0,05-0,10 m o solo apresentava melhoria na relação solo-ar-água, proporcionando maior desenvolvimento radicular das plantas, potencializada pela presença de matéria orgânica.

QUADRO 4. Valores médios do perímetro de agregado retidos em peneira no intervalo entre 9,52 a 4,76 de um Latossolo Vermelho distroférico independente dos sistemas de manejo.

Profundidade(m)	Perímetro (cm)
0-0,05	2,6526 ab
0,05-0,10	2,7061 a
0,10-0,15	2,6578 ab
0,15-0,20	2,6040 ab
0,20-0,30	2,5151 b
cv a %	6,79
cv b %	7,40
cv c %	6,31

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (p< 0,05).

O atributo aspecto (Quadro 5), fornece resultado entre zero e um, quanto maior o valor obtido maior o grau de arredondamento. Evidencia-se (Quadro 5) que o plantio convencional promoveu diferença significativa ao nível de (P<0,05) para a profundidade de 0,05-0,10 m quando comparada ao sistema de plantio direto.

Observou-se no plantio convencional maior arredondamento do agregado e diminuição da rugosidade, este fato pode ter sido mais pronunciado nesta profundidade por ação da grade niveladora destruindo as arestas desses agregados ou pelo efeito de incorporação de agregados que estavam na superfície e, portanto, tendo sido passíveis

da ação dispersante de gotas de água providos das precipitações. O aspecto também variou dentro dos sistemas.

QUADRO 5. Valores médios do desdobramento da interação entre manejo do solo e profundidade para parâmetro morfológico aspecto retido no intervalo entre 9,52 a 4,76 mm de um Latossolo Vermelho distroférico.

Profundidade(m)	Plantio Direto	Plantio Convencional
	Aspecto	
0-0,05	0,8371 aAB	0,8513 aA
0,05-0,10	0,8161 bB	0,8360 aAB
0,10-0,15	0,8291 aAB	0,8347 aAB
0,15-0,20	0,8368 aAB	0,8242 aB
0,20-0,30	0,8406 aA	0,8333 aAB
cv a %		1,79
cv c %		1,95

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O plantio convencional apresentou maior valor na profundidade de 0,05-0,10 m, mas não diferiu das profundidades 0,05-0,10, 0,10-0,15 e 0,20-0,30 m, e estas não diferiram da profundidade de 0,15-0,20 m. Para o plantio direto a profundidade de 0,20-0,30 m foi que o proporcionou maior valor, porém este não diferiu significativamente das profundidades de 0-0,05, 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m, a profundidade que apresentou menor valor rugosidade foi a profundidade de 0,05-0,10 m.

Segundo Olszewski et al., (2004) o índice arredondamento, em sistemas de manejo que provocam menor revolvimento do solo devem apresentar menores valores, pois este é dependente da medida de perímetro. Logo, maiores valores de arredondamento deverão ser encontrados para os agregados provenientes de sistemas de manejo mais agressivos à estrutura, pois estes tenderão a perder a rugosidade da superfície externa, diminuindo, assim, o valor do perímetro.

O sistema de plantio direto promoveu diferença significativa incrementando o tamanho do agregado (Quadro 6) e também aumentou o comprimento do maior eixo. Assim como na área dos agregados o plantio direto evidenciou maior valor e perímetro, mas quando avaliado o atributo alongamento, os sistemas não se diferenciaram significativamente.

QUADRO 6. Valores médios das características morfológicas de agregados retidos no intervalo de peneira de 9,52 a 4,76 mm de um Latossolo Vermelho distroférico em razão do manejo.

Sistemas de manejo	Área(cm ²)	CME(mm)	Perímetro (cm)	Alongamento
Plantio Direto	0,4118 a	100,91 a	2,7190 a	0,6824 a
Plantio Convencional	0,3646 b	94,32 b	2,5352 b	0,6907 a
cv a %	10,09	6,30	6,79	7,91

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de F (p< 0,05).

A área de agregado é atributo importante na caracterização estrutural do solo, pois um agregado de maior área significa que o solo tem maior capacidade de suportar a fragmentação causada por ventos, ação de gotas das chuvas, topografia, escoamento superficial, pisoteio de animais e compactação induzido por rodados de tratores e ação de implementos agrícolas.

A maior área de agregados do solo no sistema plantio direto pode estar condicionada ao conteúdo de matéria orgânica do solo, corroborando com Olszewski et al., (2004), esses autores observaram que o plantio direto apresentou tendência a maiores valores em comparação com os demais sistemas de manejo. Tal resultado pode ser considerado coerente, pois se partiu de um sistema que causa menor dano à estrutura do solo, no caso o plantio direto, até o arado de discos, que causa maior revolvimento, com conseqüente quebra e pulverização dos agregados.

O atributo comprimento do maior eixo (CME) auxilia a obtenção dos valores de alongamento(Quadro 6). O CME representa comprimento de uma linha traçada na maior distância do agregado. Olszewisk et al. (2004) verificaram que os sistemas que provocam menor revolvimento do solo apresentam maiores valores de CME, devido ao menor rompimento e conseqüentemente tendência do agregado à circularidade; como também à maior resiliência dos agregados ou tendência a agregação (CREMON, 2007).

Comparando-se o perímetro dos agregados nos dois sistemas verifica-se que o plantio convencional provocou quebra de agregados, tornando-os menores neste sistema. Como o perímetro tem relação intrínscica com a área dos agregados, estes valores menores ocorrerão em função da ação de práticas agrícolas e por agentes erosivos (CREMON, 2009).

No Quadro 7 são apresentados os resultados do desdobramento da interação entre o manejo do solo e profundidade, na avaliação das características morfológicas dos agregados do solo retido no intervalo de peneira de 4,76 a 2,00 mm.

De acordo com Hillel (1982), é importante manejar o solo visando obter agregados de maior diâmetro, pois uma adequada condição estrutural do solo afeta os regimes de água, ar e calor do solo.

Observa-se que a área dos agregados retidos no intervalo entre 2,00 a 4,76 mm foi superior no plantio direto na profundidade de 0-0,05 m em relação ao plantio convencional (Quadro 7), isto corrobora com a observação de Cremon, (2007), de que o aporte de material vegetal no solo e o não revolvimento do mesmo proporciona incremento na área dos agregados. Todavia nas outras profundidades não houve diferença significativa entre os sistemas.

A área dos agregados nos sistemas variou conforme a profundidade. No plantio direto as profundidades de 0-0,05 e 0,05-0,10 m apresentaram maiores valores, enquanto na profundidade 0,20-0,30 m ocorrem os menores índices de área de agregado. No plantio convencional a maior área foi na profundidade de 0,10-0,15 m, e as menores áreas ocorrem na profundidade de 0,20-0,30 m. Esse comportamento também ocorreu no sistema plantio direto.

O CME e o alongamento (Quadro 7), tiveram comportamento similares, devido ao alongamento ser dependente do valor do maior e do menor eixo, pois conforme aumenta o valor de CME, diminui o de alongamento. O CME foi superior significativamente no plantio direto em relação ao plantio convencional nas profundidades de 0-0,05 e 0,05-0,10 m, enquanto o alongamento foi superior para o plantio convencional nas profundidades de 0-0,05, 0,05-0,10 e 0,10-0,15 m.

O atributo aspecto que indica o grau de rugosidade dos agregados diferiu significativamente entre os sistemas apenas na profundidade de 0,05-0,10 m (Quadro 7).

No sistema plantio convencional este valor foi superior, provavelmente por plantio convencional causar quebras nas arestas dos agregados nesta profundidade. Este comportamento é similar ao observado para esta mesma variável nos agregados retidos no intervalo de peneira de 9,52 a 4,76 mm. Vale ressaltar que agregados que apresentam essa característica diminuem a face de contato, reduzindo relativamente o espaço poroso do solo.

QUADRO 7. Valores médios do desdobramento da interação entre manejo do solo e profundidade para as características morfológicas retidos no intervalo de peneira 4,76 a 2,00 mm de um Latossolo Vermelho distroférico.

Profundidade (m)	Plantio Direto	Plantio Convencional	Plantio Direto	Plantio Convencional
	Área cm ²		Alongamento	
0-0,05	0,1111 aA	0,0784 bB	0,6969 bAB	0,7468 aA
0,05-0,10	0,1004 aAB	0,0874 aAB	0,6730 bB	0,7033 aB
0,10-0,15	0,0953 aBC	0,0943 aA	0,6759 bB	0,7127 aAB
0,15-0,20	0,0915 aBC	0,0926 aAB	0,7191 aA	0,7092 aB
0,20-0,30	0,0829 aC	0,0789 aB	0,7158 aA	0,7353 aAB
cv % a	22,56		4,03	
cv % c	11,28		3,60	
	Aspecto		Perímetro cm	
	Plantio Direto	Plantio Convencional	Plantio Direto	Plantio Convencional
0-0,05	0,8298 aAB	0,8366 aA	1,3922 aA	1,1165 bB
0,05-0,10	0,8149 bB	0,8380 aA	1,3500 aAB	1,2219 aAB
0,10-0,15	0,8239 aAB	0,8130 aB	1,3100 aAB	1,2652 aA
0,15-0,20	0,8235 aAB	0,8173 aAB	1,2398 aBC	1,2565 aA
0,20-0,30	0,8402 aA	0,8348 aAB	1,1810 aC	1,1267 aB
cv % a	2,93		10,88	
cv % c	1,89		6,44	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

No Quadro 7, são apresentados os valores médios de perímetro para interação manejo do solo e profundidade. Houve diferença significativa entre os manejos apenas na profundidade de 0-0,05 m, sendo que o plantio direto promoveu maior valor para o perímetro, entretanto dentro de cada manejo do solo este atributo diferiu significativamente, pode se observar que no plantio direto com o aumento da profundidade, diminuiu o perímetro dos agregados. Melo et al., (2008) comentam que este efeito pode ser atribuído à composição dos Latossolos, onde os maiores teores de gibbsita + goethita + hematita favoreceram o aumento da área dos agregados, devido à maior tendência de neutralização das cargas negativas da caulinita, o que contribuiu para o crescimento dos agregados, principalmente por se tratar de um solo mais oxidado. Devido à relação existente entre as variáveis, esse comportamento foi observado o para o perímetro.

Para o atributo morfológico de agregados aspecto, houve efeito significativo da interação entre o manejo do solo e o efeito residual de gesso (Quadro 8), onde o plantio convencional foi semelhante ao plantio direto sem efeito residual de gesso e na presença deste residual o plantio convencional foi maior, como no plantio direto esse efeito residual de gesso foi inferior, sendo isto desejável, pois os agregados que

apresentam esta características são mais rugosos, essa rugosidade permite que a capacidade de desagregação e de transporte das partículas de solo pela ação da enxurrada seja reduzida, induzindo a deposição dos sedimentos da erosão no local de ocorrência do fenômeno, por meio das microdepressões formadas pela rugosidade. (BERTOL et al., 1987, BERTOL et al., 1989; CASTRO et al., 2006).

QUADRO 8. Valores médios do desdobramento da interação entre manejo do solo e efeito residual de gesso para característica morfológicas aspecto retido no intervalo de peneira 4,76 a 2,00 mm de um Latossolo Vermelho distroférico.

GESSO (kg ha ⁻¹)	Plantio Direto	Plantio Convencional
0	0,8238 aA	0,8251 aA
2000	0,8291 bA	0,8308 aA
cv a %		2,93
cv b %		1,51

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A interação do efeito residual de gesso e profundidade são apresentados no Quadro 9, nota-se que o efeito residual de gesso causou diferença significativa para as variáveis morfológicas área, alongamento e perímetro, todas estas apenas na profundidade de 0-0,05 m. Nas outras profundidades variou conforme adentrou o perfil do solo. Porém não influenciou significativamente no comprimento de maior eixo e no aspecto.

A área de agregados analisados com uso de imagens foi menor na presença de gesso, corroborando com os dados de Lebron et al., (2002), que trabalhando com doses de gesso em colunas de solo observaram a tendência de o gesso causar menor área de agregados. É importante salientar que a área de agregado, assim como seu perímetro, tem efeito direto no espaço poroso, pois agregados de menores áreas podem condicionar o solo a compactação e prejudicar o desenvolvimento radicular e de plântulas.

Observa-se no Quadro 9, que a área de agregados diminuiu em função da profundidade, tanto na presença como na ausência de efeito residual de gesso. Como o perímetro tem relação intrínseca com a área dos agregados o comportamento foi similar ao do atributo área.

Para variável alongamento, seguiu a mesma tendência, onde houve efeito significativo ao nível de ($P < 0,05$) de probabilidade apenas para a profundidade de 0-0,05 m, entre a presença ou ausência de efeito residual de gesso, a presença residual de

gesso resultou no maior alongamento dos agregados, os valores de alongamento foram superiores aos obtidos por Melo et al., (2008), esses autores comentam que o maior teor de caulinita em determinado horizonte dos Latossolos contribuem para melhor ajuste dos cristais desse mineral, induzindo ao crescimento da estrutura preferencialmente em uma direção.

QUADRO 9. Valores médios do desdobramento da interação entre efeito residual de gesso e profundidade para as características morfológicas retido no intervalo de peneira 4,76 a 2,00 mm de um Latossolo Vermelho distroférico.

Profundidade (m)	0 kg ha ⁻¹		2000 kg ha ⁻¹	
	Área cm ²		Alongamento	
0-0,05	0,1011 aA	0,0884 bAB	0,7016 bAB	0,7422 aA
0,05-0,10	0,0901 aAB	0,0976 aA	0,6802 aC	0,6962 aB
0,10-0,15	0,0988 aA	0,0908 aAB	0,6857 aBC	0,7029 aB
0,15-0,20	0,0890 aAB	0,0951 aA	0,7213 aAB	0,7070 aAB
0,20-0,30	0,0828 aB	0,0790 aB	0,7328 aA	0,7183 aAB
cv % b	11,96		5,07	
cv % c	11,38		3,60	
Profundidade (m)	0 kg ha ⁻¹		2000 kg ha ⁻¹	
	Perímetro (cm)		CME mm	
0-0,05	1,3174 aA	1,1913 bAB	52,74 aA	43,32 bB
0,05-0,10	1,2708 aAB	1,3010 aA	51,50 aA	46,50 bAB
0,10-0,15	1,3194 aA	1,2558 aAB	49,64 aAB	48,97 aA
0,15-0,20	1,2198 aAB	1,2765 aA	48,34 aAB	48,90 aA
0,20-0,30	1,1602 aB	1,1475 aB	45,42 aB	43,97 aB
cv % b	6,44		11,60	
cv % c	6,73		6,71	

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

CONCLUSÕES

1. O plantio direto proporcionou maiores diâmetros geométricos e ponderado de agregados, conferiu melhor qualidade estrutural ao solo
2. Os agregados foram mais rugosos e promoveram maior perímetro na profundidade superficial.
3. O efeito residual de gesso promoveu alongamento em agregados e diminuiu a área de agregados e perímetro na profundidade de 0-0,05 m.
4. A combinação entre plantio direto e efeito residual de gesso proporcionou agregados mais rugosos.
5. As características morfológicas dos agregados variaram em profundidade, tanto em plantio direto, plantio convencional e na presença ou ausência de efeito residual de gesso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J.A.; CASSOL, E.A.; REINERT, D.J. Relação entre a erodibilidade em entressulcos e estabilidade dos agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n.1, p.141-51, 2000.

ASSIS, R.L.; BAHIA, V.G. Práticas mecânicas e culturais de recuperação de características físicas dos solos degradados pelo cultivo. **Informe Agropecuário**, v.19, p.71-78, 1998.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F.A. de O. (Ed). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p.9-26.

BERTOL, I.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Cobertura morta e métodos de preparo do solo na erosão hídrica em solos com crosta superficial. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.13, p. 373-379, 1989.

BERTOL, I.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Relações da erosão hídrica com métodos de preparo do solo na ausência e na presença de cobertura por resíduo cultural de trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.11, p. 187-192, 1987.

BRONICK, C. J.; LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**, v. 124 (1-2), p. 3-22. 2005.

CALEGARI, A.;CASTRO FILHO, C.; TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. F. Melhoria da agregação do solo através do sistema plantio direto **Semina: Ciências agrárias**, Londrina, v.27, n.2, p. 147-158, 2006.

CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. Estabilidade de agregados do solo após manejo com rotações de culturas e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1399-1407, 2008.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolos roxos, submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 14, p.99-105, 1990.

CASTILHO, J. A. F.; NAVIA, J. F. E.; MENJIVAR, J. C. F. Estimación de la estabilidad estructural de dos suelos al sur de Colômbia com diferentes tipos de manejo. **Acta Agronômica**, v. 57, p. 31-34, 2008.

CASTRO, L. G.; COGO, N. P.; VOLK, L. B. S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 339-352, 2006.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de cultura e métodos de preparo de das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 527-538. 1998.

CREMON, C. **Levantamento dos atributos de um Entisol influenciados por diferentes sistemas de cultivo de arroz no norte da Itália..** 85f. (Tese Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS. 2007.

CREMON, C.; SERAFIM, M. E.; ROSA JUNIOR, E. J. Análise micromorfométrica dos agregados de uma Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum Agronomy**. (no prelo) 2009.

D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C. Atributos de agregação indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região dos cerrados no sul do Estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p.1047-1054, 2002.

EDWARDS, A.P.; BREMMER, J.M. Microaggregates in soils. **Journal Soil Science**, v. 18, p. 64-73, 1967.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: **Embrapa-CNPS**, 1997. 212p.

FLORES, C. A.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; ALBUQUERQUE, J. A.; PAULETTO, E. A. Recuperação da qualidade estrutural, pelo sistema plantio direto, de um Argissolo Vermelho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p. 2164-2172, 2008.

HORN, R.; SMUCKER, A. Structure formation and its consequences for gas and water transport in unsaturated arable and forest soils. **Soil Tillage Research**, v. 82(1), p. 5-14, 2005.

JONGERIUS, A.; SCHOONDERBEEK. D.; JAGER. A.; KOWALINSKI. S. Electro-optical soil porosity investigation by means of Quantimet B equipmen. **Geoderma**, v. 7, p.177–198. 1972.

GAJIC, B.; DUGALIG, G.; DJUROVIC, N. Comparison of soil organic matter content, aggregate composition and water stability of gleyic fluvisol from adjacent forest and cultivated areas. **Agronomy Research**, v. 4 (2), p. 499-508, 2006.

KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregation. In: BLACK, C.A., eds. **Methods of soil analysis**. Madison, American Society of Agronomy, 1965. p. 499-510. (Agronomy, 9)

LEBRON, I.; SUAREZ, D. L.; YOSHIDA, T. Gypsum Effect on the Aggregate Size and Geometry of Three Sodic Soils Under Reclamation. **Soil Science Society of America Journal**, v. 66, p. 92–98 2002.

MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, J. C.C. Estabilidade de agregados e distribuição de carbono e nutrientes em Argissolo sob adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.9, p.1221-1230, 2008.

MELO, V. F.; MOURA, R.; TOLEDO, F. H.; LIMA, V. C.; GHIDIN, A. A. Morfologia de agregados de Latossolo Bruno e Vermelho do estado do Paraná, avaliada por imagens obtidas em scanner. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.85-99, 2008.

OLSZEWSKI, N.; COSTA, L. M.; FERNANDES FILHO, E.I.; RUIZ, H. A.; ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C. Morfologia de agregados do solo avaliada por meio de análise de imagens. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 901-909, 2004.

PALMEIRA, P. R. T.; PALULETO, E. A.; TEIXEIRA, C. F. A.; GOMES, A. S.; SILVA, J. B. Agregação de um Planossolo submetido a diferentes manejos de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.189-195, 1999.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 13 ed. Piracicaba: Nobel, 1990.

PULLEMAN, M.M.; SIX, J.; UYL, A.; MARINISSEN, J.C.Y.; JONGMANS, A.G. Earthworms and management affect organic matter incorporation and microaggregate formation in agricultural soils. **Applied Soil Ecology**. v. 29(1), p.1-15. 2005.

ROSA JUNIOR, E. J. **Efeito de sistemas de manejo e tempo de uso sobre características físicas e químicas de dois solos no Município de Ponta Porã - MS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 89p. 1984.

ROSA JUNIOR, E. J. Compactação em Latossolo I: Sua gênese. **Revista Científica**, UFMS, Campo Grande - MS, 1: 51-54, 1994.

ROSA JUNIOR, E. J.; VITORINO, A. C. T.; VITORINO, P. F. P. G. . Efeito da calagem, gessagem e adubação fosfatada sobre algumas características físicas de um Latossolo Roxo Distrófico de Dourados - MS. **Revista Científica**, UFMS, Campo Grande - MS, 1: 5-12. 1994.

REICHERT, J. M.; VEIGA, M.; CABEDA, M. S. V. Índices de estabilidade de agregados e suas relações com características e parâmetros de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 17, p. 283-290, 1993.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRICIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.11-21, 2008.

SHAINBERG, I.; LEVY, G.J. Infiltration and seal formation processes. In: AGASSI, M. **Soil erosion, conservation, and rehabilitation**. New York: Marcel Dekker,. p.1-22. 1995.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural Engineers. p.393-396. 2006.

SILVA, C.L.; KATO, E. Efeito do selamento superficial na condutividade hidráulica saturada da superfície de um solo sob cerrado. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, n.2, p.213-220, 1997.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 313-319, 1997b.

SOUSA NETO, E. L.; ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Atributos físicos do solo e produtividade de milho em resposta a culturas de pré-safra. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.2, p.255-260, 2008.

VIANA, J.H.M. **Análise de imagens micropedológicas com utilização do programa Quantpore e sua aplicação ao estudo de umedecimento e secagem em amostras de Latossolos**. 2001. 70f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG.

WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.5, p.487-494, 2005.

CONCLUSÕES GERAIS

1. Os manejos do solo e ação residual de gesso promoveram alteração nas características físicas e no desenvolvimento da cultura da soja.
2. O plantio direto com ação residual de gesso melhorou as estruturas do solo.